

THIẾT KẾ TRẠM SẠC ĐIỆN THOẠI BẰNG XE ĐẠP DESIGN OF PEDAL POWER PHONE CHARGING STATION

Cái Việt Anh Dũng, Ung Thành Công, Nguyễn Xuân Hùng,
Nguyễn Thành Sơn, Lê Ngọc Huân, Thạch Toàn Bảo Nam,
Đào Văn Hiếu, Mai Quốc Dũng, Trần Văn Phúc
Trường Đại học Quốc Tế Miền Đông - Bình Dương, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 28/5/2019, ngày phản biện đánh giá 31/5/2019, ngày chấp nhận đăng 9/7/2019

TÓM TẮT

Bài báo mô tả phương pháp thiết kế một thiết bị trạm sạc điện thoại bằng xe đạp. Điện năng được tạo ra bởi một động cơ điện AC với công suất 200-250 W được gắn ở bánh xe (phía trước). Khi người sử dụng đạp pê-đan, năng lượng sinh ra sẽ được tích trữ trong 2 bình ắc quy trung gian. Điện áp một chiều của bình ắc quy sẽ được chuyển đổi sang điện xoay chiều tại ổ điện, cho phép người sử dụng cắm và sử dụng điện năng cho các thiết bị có công suất thấp như điện thoại hay máy tính bảng. Mức năng lượng đầu vào và đầu ra được kiểm soát thông qua các cảm biến đo dòng và điện áp đầu vào – đầu ra. Thuật toán quản lý năng lượng đã được cài đặt và thử nghiệm thành công trên hệ thống. Các thông tin về năng lượng được hiển thị lên màn hình tương tác với người dùng.

Từ khóa: Trạm sạc bằng xe đạp; Năng lượng xanh; Chuyển đổi cơ năng – điện năng; Hệ thống tích trữ và cung cấp điện năng; Thuật toán quản lý năng lượng.

ABSTRACT

This paper describes the design of a pedal-powered charging station. The electrical energy is generated by a 200-250W AC motor which is mounted on the front wheel. When the user pedals, the generated current will be used to charge the 2 intermediate batteries. The DC voltage of the batteries will be then converted into AC signal at the electrical outlet, therefore allowing the user to plug low power electrical devices such as smartphone or tablets to charge them. The energy flow input and output can be monitored through current and voltage sensors. An algorithm for the control of energy flow was implemented and tested on the system with success. This information is displayed on the screen to inform the user during the exercise.

Keywords: Pedal-powered charging system; Green energy; Conversion of mechanical energy to electricity; Electrical Power Storage and Supply System; Energy management algorithm.

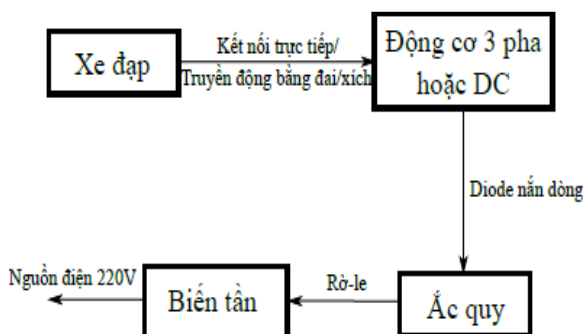
1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, trong bối cảnh công nghệ xanh được các nước trên thế giới thúc đẩy phát triển, các hệ thống sạc pin cho các vật dụng điện tử dân dụng bằng sức người đang dần được chú ý lại, và ngày càng có nhiều nhóm nghiên cứu quan tâm thực hiện [1][2][3]. Việc tận dụng nguồn năng lượng từ con người có thể được thực hiện bằng nhiều cách, trong đó việc sử dụng thiết bị cho phép người sử dụng đạp để tạo ra điện năng là một

trong những phương pháp hiệu quả nhất để thu thập năng lượng từ con người. Các hệ thống này đã trở nên phổ biến ở cuối thế kỷ 19, trước khi chúng bị thay thế bằng điện năng và năng lượng khí đốt ở đầu thế kỷ 20. Nhiều phát minh mới về các thiết bị này [4][5][6][7] đã lần lượt được ra đời, từng bước được thương mại hóa và đưa vào sử dụng tại các thành phố lớn trên thế giới. Mặc dù có hiệu suất thấp hơn các loại năng lượng tái tạo khác (pin mặt trời, tuabin gió) nhưng các thiết bị này có ưu điểm là cho phép người

sử dụng vận động để giữ gìn sức khỏe, nhất là đối với giới lao động văn phòng. Nghiên cứu về việc sử dụng các thiết bị thu thập điện năng trong phòng tập gym đã chỉ ra rằng, mặc dù lượng điện năng thu về được rất nhỏ so với nhu cầu sử dụng của phòng tập, các thiết bị này vẫn có nhiều tiềm năng ứng dụng vì nó tạo ra được một hiệu ứng xã hội tốt, tạo hứng thú luyện tập cho người dùng cũng như là những công cụ giáo dục hiệu quả về cách tạo ra điện năng [8].

Một số công ty đã bắt đầu thương mại hóa và ra mắt những dòng sản phẩm khác nhau, được sử dụng tại nhiều khu vực công cộng (trường học, bệnh viện, nhà ga, sân bay, ...) hay tại các văn phòng. Tại nhiều thành phố trên thế giới hiện nay, ta có thể nhìn thấy các trạm sạc pin điện thoại được thiết kế gắn với xe đạp, đặt tại đường phố. Nguyên lý thiết kế của trạm sạc là cấu trúc hybrid với ắc-quy cho phép tích trữ dòng điện dư (hình 2). Nguyên lý này cho phép người sử dụng có thể sạc ngay pin trong khi không vận động. Tuy nhiên, việc sử dụng ắc-quy bắt buộc trạm sạc phải được sử dụng thường xuyên để giữ mức điện áp của ắc-quy không xuống quá thấp. Ắc quy có thể được thay bằng 1 tải bất kỳ như bóng đèn, quạt hay màn hình máy tính.



Hình 1. Cấu trúc hybrid cho phép tích trữ năng lượng từ hoạt động đạp xe.

Ở đây, nhóm giới hạn phạm vi nghiên cứu ở việc cho phép hệ thống có thể tích trữ năng lượng và cung cấp năng lượng ở đầu ra với điều kiện năng lượng ở trong hệ thống ở mức giới hạn chấp nhận được. Hệ thống bao gồm các chức năng sau:

- Cho phép sạc trực tiếp smartphone.

- Có hệ thống inverter cho phép biến đổi điện áp DC 12V sang AC 220V hay DC 5V với dòng ổn định.
- Công suất tối đa ở ngõ ra là 220W.
- Có thuật toán cho phép chuyển đổi và theo dõi mức calorie của người tập.
- Có thuật toán quản lý năng lượng, cho phép hệ thống hoạt động độc lập trong thời gian dài (ít nhất 3 tháng) mà không cần có sự can thiệp từ bên ngoài.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Nhóm nghiên cứu tiến hành tham khảo các mẫu xe đạp sạc điện thoại khác và quyết định chọn mẫu xe tập thể thao cho sản phẩm, phù hợp với các bài tập thể dục mà ở đó người tập cần đạp nhanh, mạnh. Với mẫu xe đạp thể thao, nhóm sẽ bố trí động cơ gắn liền với bánh xe. Khi người sử dụng đạp xe, động cơ quay sẽ tạo ra điện năng, được lưu vào ắc quy ở thùng chứa đặt phía sau xe. Các ổ cắm điện sạc điện thoại, máy tính, cũng như ổ cắm 220V được bố trí nằm ở phần đầu xe, nơi mà người sử dụng có thể quan sát được. Cách bố trí cụ thể được mô tả như trong mục 2.1.

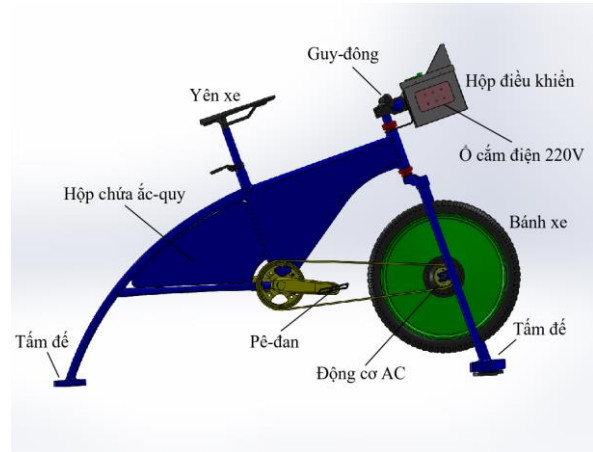
2.1 Phương án thiết kế cơ khí

Theo [9], công suất trung bình tối đa mà 1 người có thể tạo ra trong hoạt động đạp xe là 200W, trong khi theo [10], con số này lần lượt là 75W đối với người bình thường và 300W đối với vận động viên chuyên nghiệp. Công suất đỉnh có thể đạt tới 500W trong vài phút đầu tiên [11]. Ở ứng dụng này, dựa theo các thông số thiết kế ban đầu được lựa chọn, hệ thống phải có khả năng sạc cùng lúc 2 máy tính bảng, với công suất ước lượng khoảng 70W/cái. Như vậy động cơ phải cung cấp 1 công suất tối thiểu khoảng 150W để đáp ứng được yêu cầu này. Nhóm lựa chọn động cơ xe đạp điện, với ngõ ra là điện áp AC 3 pha, 50V định. Với công suất tối đa là 200-250W. Trong thực tế khi hoạt động không tải hoặc với tải nhỏ, dòng điện trung bình dao động từ 1-2 A. Đây là định mức phù hợp để sạc các thiết bị điện tử cỡ nhỏ như điện thoại di động hoặc máy tính bảng. Với

các thiết bị có tải lớn (ví dụ: với máy tính xách tay), dòng điện sinh ra từ động cơ cao nhất là 4-5A.

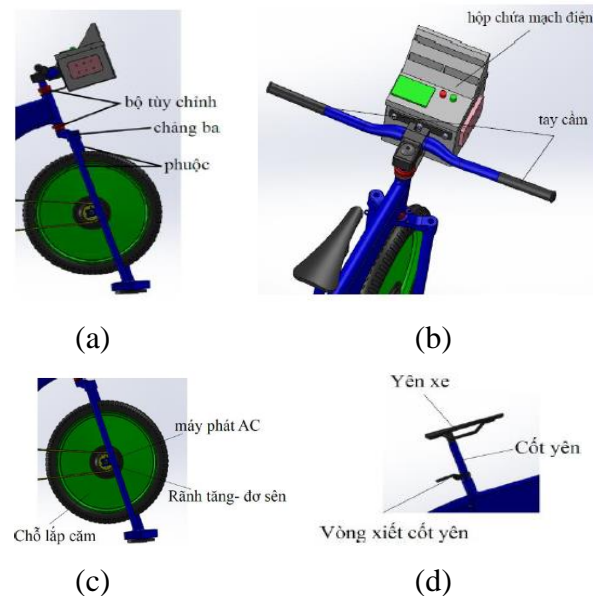
Thiết kế chi tiết khung xe được trình bày như trong hình 2. Thiết kế của các cụm chi tiết khác được phát triển theo thiết kế của khung xe và được trình bày ở hình 3, cụ thể như sau:

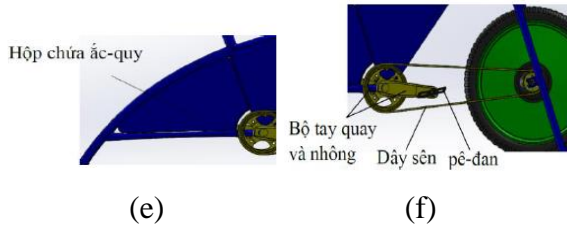
- Ở hình 3.a., ta thấy khung xe đạp được kết nối với phuộc bánh trước thông qua 1 chằng ba. Chằng ba được nối với phuộc bằng 2 lỗ tròn, có khe, cho phép hiệu chỉnh lực siết bằng vít và lỗ ren. Ở đây, nhóm nghiên cứu sử dụng bộ tùy chỉnh headset đơn giản chỉ gồm 2 khóa phẳng (wrench flat) để tinh chỉnh hướng quay của khung xe so với bánh xe. Do xe không di chuyển nên phuộc xe không có lò xo giảm sóc như các xe đạp thông thường.
- Hình 3.b. mô tả thiết kế của tay cầm xe đạp và hộp chứa mạch điện điều khiển của thiết bị. Ở đây, nhóm nghiên cứu sử dụng các miếng chêm bằng đồng thau để hiệu chỉnh chiều cao của tay cầm cho phù hợp nhất với người sử dụng. Hộp điều khiển được thiết kế nhỏ gọn, thân thiện với người dùng, với 2 đèn tín hiệu báo có dòng điện sạc vào hệ thống (màu xanh) và báo hệ thống đang cạn năng lượng (màu đỏ).
- Hình 3.c. mô tả chi tiết thiết kế phần bánh xe. Bánh xe được gắn liền với động cơ AC (xe đạp điện) thông qua hệ thống cắm đã được gia công lại ngắn hơn, với chiều dài phù hợp so với khoảng cách giữa động cơ và niềng. Do trục quay động cơ đã có gắn sẵn bạc đạn nên ở đây chỉ cần siết ốc cố định trục quay này lên trên phuộc của xe. Nhóm đã nghiên cứu thiết kế một rãnh cho phép tăng-đỡ căng dây xích theo ý người lắp đặt sao cho dây xích có thể hoạt động 1 cách tối ưu nhất.
- Hình 3.d. mô tả phần yên xe. Do yên xe là chi tiết công nghiệp được nhóm đặt mua bên ngoài, nên ở đây chỉ cần thiết kế phần lỗ gắn yên có kích thước phù hợp với yên xe.



Hình 2. Thiết kế khung xe

- Hình 3.e. mô tả vị trí đặt hộp bình ắc quy tích trữ năng lượng của hệ thống. Hộp được thiết kế bằng vật liệu thép tấm mỏng (1.5 mm), có kích thước vừa đủ cho 2 bình ắc-quy, và có lỗ thông dây cho phép đấu dây đến hộp điều khiển.
- Ở hình 3.f., ta có thể quan sát bàn đạp và hệ truyền động bằng dây xích. Toàn bộ hệ thống pê-đan, cốt giữa đều được mua ngoài. Nhóm chỉ thiết kế lỗ chứa cốt giữa cho phù hợp với kích thước. Đặc biệt yêu cầu có dung sai chế tạo phù hợp ở đây để đảm bảo 2 nhôm của bộ truyền động bằng xích luôn song song và đồng phẳng với nhau.

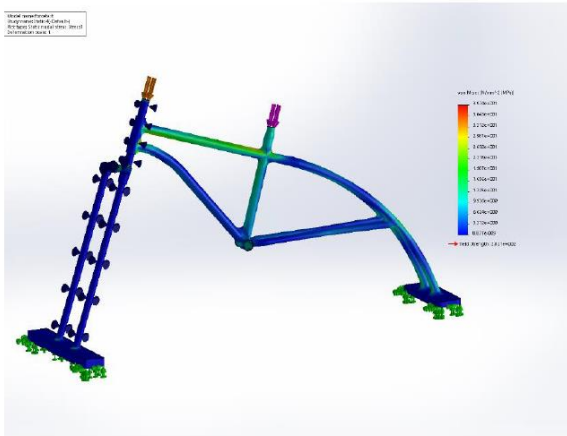




Hình 3. Thiết kế từng cụm của trạm sạc.

2.2 Mô phỏng bền

Nhóm nghiên cứu cũng đã tiến hành mô phỏng sức bền vật liệu cho khung xe đạp để đảm bảo khung xe không bị biến dạng khi có người dùng có trọng lượng nặng ngồi lên trên. Hình 4 thể hiện kết quả mô phỏng bền (sử dụng phần mềm SolidWorks) với tải trọng 200kg, đặt tại vị trí yên xe.



Hình 4. Mô phỏng ứng suất của thiết bị với áp lực 200kg đặt lên lượt tại yên xe và cổ xe.

Các thông số của vật liệu mô phỏng được trình bày trong bảng 1 bên dưới:

Bảng 1. Vật liệu thép xây dựng sử dụng trong mô phỏng khung xe đạp

Tính chất	Giá trị	Đơn vị
Khối lượng riêng	7858	kg/m ³
Mô đun đàn hồi	205	GPa
Độ bền kéo	425	MPa
Độ bền nén	282.69	MPa

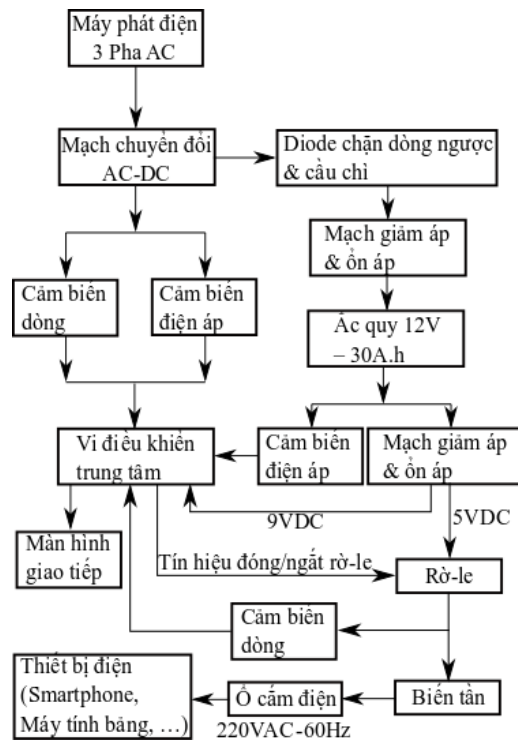
Kết quả mô phỏng ở hình 4 cho ta thấy các vị trí chịu áp lực lớn nhất là ở thanh trên của khung xe, chằng ba, các mối hàn tại đế sau, đế trước và các mối hàn trên khung xe. Mô hình mô phỏng cũng được sử dụng để kiểm tra ứng suất tối đa của khung. Giá trị tối

đa này phải nhỏ hơn ngưỡng ứng suất đàn hồi của vật liệu, với hệ số an toàn là 2 lần. Ở mô hình này, hệ thống còn khá dư bền khi mà ứng suất tối đa trên khung chỉ ở khoảng 40 Mpa, còn cách xa so với ngưỡng ứng suất đàn hồi của thép xây dựng là 282 MPa.

3 HỆ THỐNG ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN

3.1 Sơ đồ mạch điện

Nguồn điện cho vi điều khiển có thể được cấp trực tiếp khi động cơ quay tạo ra điện. Tuy nhiên, phương án này có khuyết điểm là nguồn chập chờn khi người sử dụng không đạp liên tục. Có nhiều phương pháp để lưu trữ năng lượng từ động cơ như: Sử dụng pin trung gian, bánh đà, bơm vào bồn chứa nước, khí nén, tụ điện, pin năng lượng hay hệ thống lưu trữ năng lượng trong từ trường của chất siêu dẫn (Superconducting Magnetic Energy Storage - SMES) [12]. Ở đây, nhóm lựa chọn sử dụng 2 ắc quy 12V DC mắc song song với nhau để làm pin trung gian tích trữ năng lượng cho hệ thống.



Hình 5. Sơ đồ mạch điện của hệ thống

Nguồn điện cho vi điều khiển được cung cấp trực tiếp từ ắc quy, thông qua mạch hạ áp và ổn áp DC/DC. Trong hệ thống này, nhóm đã hiệu chỉnh nguồn nuôi vi điều khiển ở

mức tối ưu là 9V. Do mỗi ắc quy có dung lượng 180 W.h, mức năng lượng tích trữ tối đa cho toàn bộ hệ thống là 360 W.h, đủ để sạc smartphone trong vòng 24 tiếng ở chế độ sạc nhanh và trong vòng 72 tiếng ở chế độ sạc bình thường. Trong tương lai, hoàn toàn có thể tăng thêm số lượng ắc quy nhằm tăng dung lượng cho hệ thống, cho phép hệ thống cung cấp điện năng cho các máy điện dân dụng lớn hơn, như hệ thống đèn chiếu sáng, tivi, máy lạnh ...

Sơ đồ mạch của toàn bộ hệ thống được trình bày như trong hình 5. Toàn bộ hệ thống được quản lý bởi thuật toán quản lý năng lượng, cài đặt trên vi điều khiển (MCU). Thuật toán này sẽ được vận hành khi người sử dụng bật nút sử dụng trên hộp chứa mạch điện của thiết bị. Nếu nút này không được bật lên, khi người sử dụng đạp xe, dòng điện sẽ được sạc trực tiếp vào ắc quy. Khi thuật toán quản lý năng lượng hoạt động, nó sẽ kích hoạt rơ-le ngõ ra nếu năng lượng của hệ thống còn đủ. Ở đây mức năng lượng của hệ thống được ước lượng theo điện áp đo ở ngõ ra của ắc-quy. Các thông tin về dòng ngõ vào – ngõ ra, áp ngõ vào – ngõ ra được thu thập bằng cảm biến và gửi về vi điều khiển trung tâm để hệ thống có thể so sánh và từ đó kích đóng mở rơ-le sao cho phù hợp. Ngoài ra, các thông tin này cũng được sử dụng để ước lượng mức năng lượng mà người sử dụng cung cấp cho hệ thống, cũng như đưa ra chỉ số về mức tiêu thụ năng lượng theo calories của người sử dụng và hiển thị lên màn hình LCD.

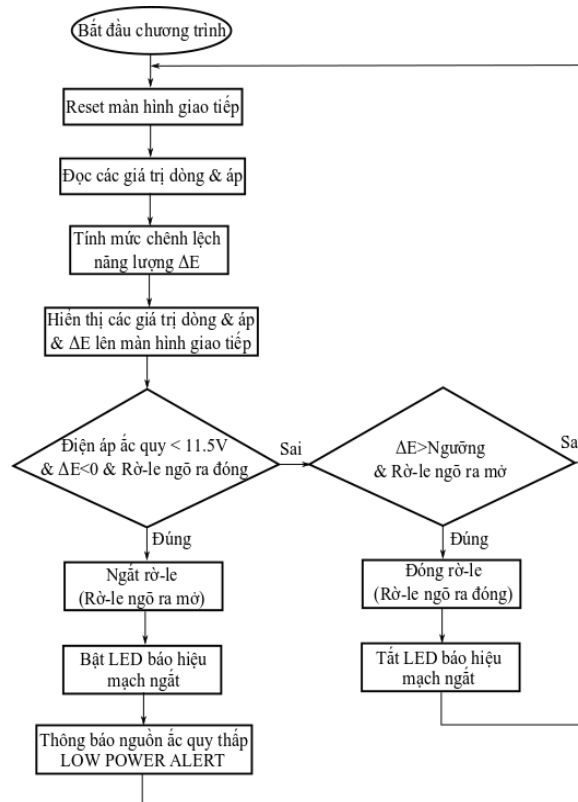
3.2 Thuật toán quản lý năng lượng

Để đảm bảo hệ thống có thể hoạt động 1 cách độc lập, nhóm nghiên cứu cài đặt thuật toán quản lý năng lượng để kiểm soát năng lượng đầu vào và đầu ra của hệ thống. Cảm biến đo dòng và áp đầu vào được lắp ở ngay sau mạch nắn dòng đầu vào của động cơ AC. Mức năng lượng đo được từ 2 cảm biến này có thể được dùng để ước lượng mức độ tiêu thụ năng lượng theo calories của người đạp.

Cảm biến đo dòng đầu ra được lắp ở sau relay kích hoạt biến tần, cảm biến này sẽ đo mức năng lượng được tiêu thụ bởi thiết bị bên ngoài. Một cảm biến đo dòng cung cấp

cho toàn hệ thống gồm MCU/biến tần cũng có thể được lắp ngay phía sau ắc quy. Hình 6 thể hiện thuật toán quản lý năng lượng được cài đặt cho hệ thống.

Mức chênh lệch năng lượng giữa đầu ra và đầu vào được tính và hiển thị lên màn hình giao tiếp với người dùng. Ngoài ra mức điện áp của ắc-quy cũng là 1 chỉ số đơn giản cho phép quản lý năng lượng hệ thống 1 cách hiệu quả. Hiện tại, relay kích hoạt biến tần chỉ mở khi mức điện áp này lớn hơn 11.5 V. Khi mức áp của ắc-quy xuống dưới 11.5 V, relay ngõ ra sẽ tự ngắt, và màn hình sẽ hiển thị thông báo yêu cầu người sử dụng phải đạp để nạp thêm năng lượng cho hệ thống (xem hình 7).



Hình 6. Thuật toán quản lý năng lượng



Hình 7. Màn hình hiển thị thông báo năng lượng đang ở mức thấp.

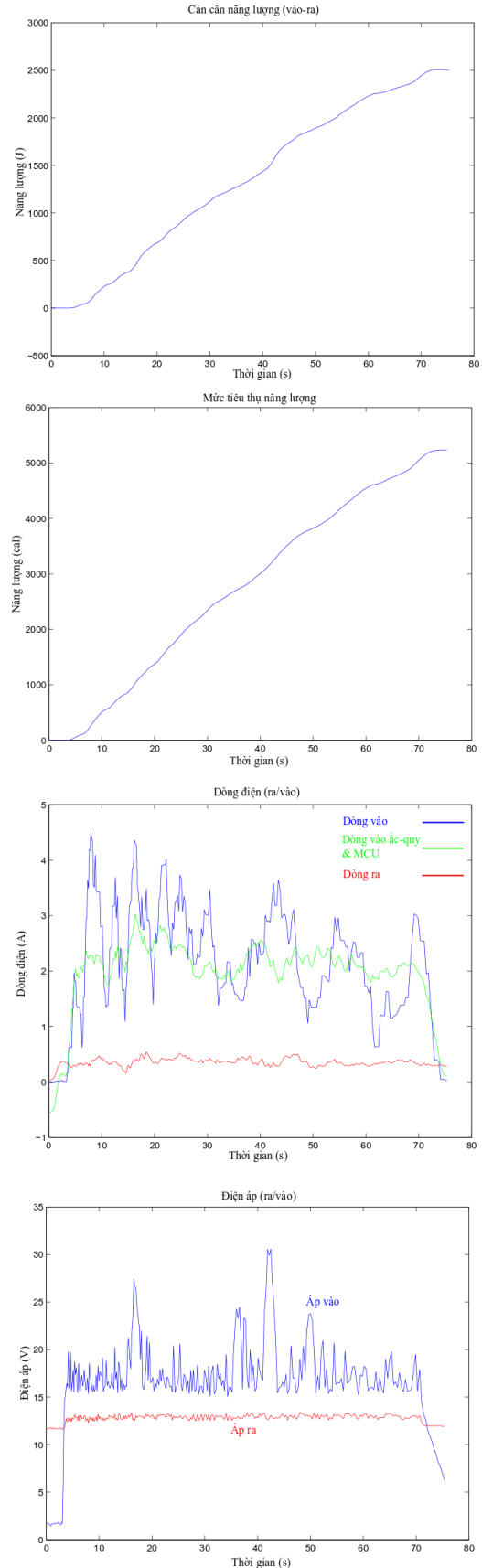
4 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Hình 8 thể hiện thiết bị sau khi thiết bị trạm sạc xe đạp đã được chế tạo và lắp đặt. Hình 9 và hình 10 mô tả kết quả thực nghiệm khi người sử dụng đạp xe không tải (nghĩa là không có thiết bị điện nào được kết nối vào ngõ ra của hệ thống) và có tải (với điện thoại cắm vào ngõ ra để sạc). Trong 2 thí nghiệm này, người sử dụng lần lượt đạp cho đến khi mức năng lượng tiêu thụ đo được đạt 5000 cal thì dừng lại. Dòng ngõ vào và điện áp ngõ vào được đo bởi cảm biến dòng và cảm biến điện áp, được lắp ngay phía sau bộ chuyển đổi AC/DC. Cảm biến đo dòng ngõ ra được lắp ngay phía sau rơ-le đóng ngắt biến tần. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu còn lắp đặt thêm cảm biến đo dòng đầu vào hệ thống (là dòng chảy vào ắc quy cũng như cung cấp cho MCU và các bo mạch khác). Cảm biến đo điện áp đầu ra được đặt ở 2 đầu ắc-quy. Số liệu thu thập được từ các cảm biến đo dòng và đo áp được sử dụng để tính mức chênh lệch năng lượng ngõ vào – ngõ ra cũng như mức năng lượng tiêu thụ (hiển thị theo calorie).

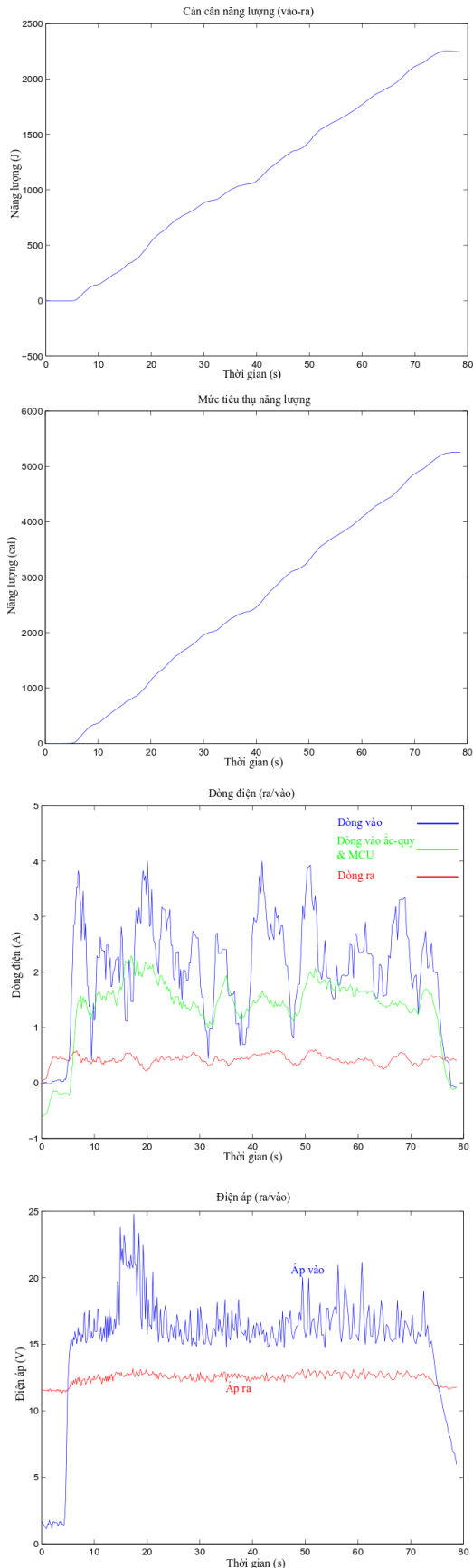


Hình 8. Hệ thống trạm sạc bằng xe đạp.

Ở thí nghiệm thứ nhất (xem hình 9), ta có thể nhận thấy mức chênh lệch năng lượng vào-ra ở hệ thống tăng dần đều khi ở ngõ ra không có tải, trong khi điện năng được nạp vào hệ thống liên tục. Dòng ngõ vào ở mức trung bình khoảng 2A. Điện áp ngõ ra đạt trung bình 17V. Do tải nhỏ, phần lớn năng lượng nạp vào sẽ đi vào bình chứa (ắc-quy) và cung cấp cho mạch điều khiển. Dòng nạp vào hệ thống được biểu diễn bằng đường biểu đồ màu xanh lá cây ở biểu đồ thứ 3 (hình 9). Ở thí nghiệm này, dòng ngõ ra được giữ ở mức 0.3A, là dòng điện tiêu thụ của mạch biến tần khi đang hoạt động. Điện áp ngõ ra đo ở 2 đầu ắc quy đạt khoảng 13V khi người sử dụng đạp xe.



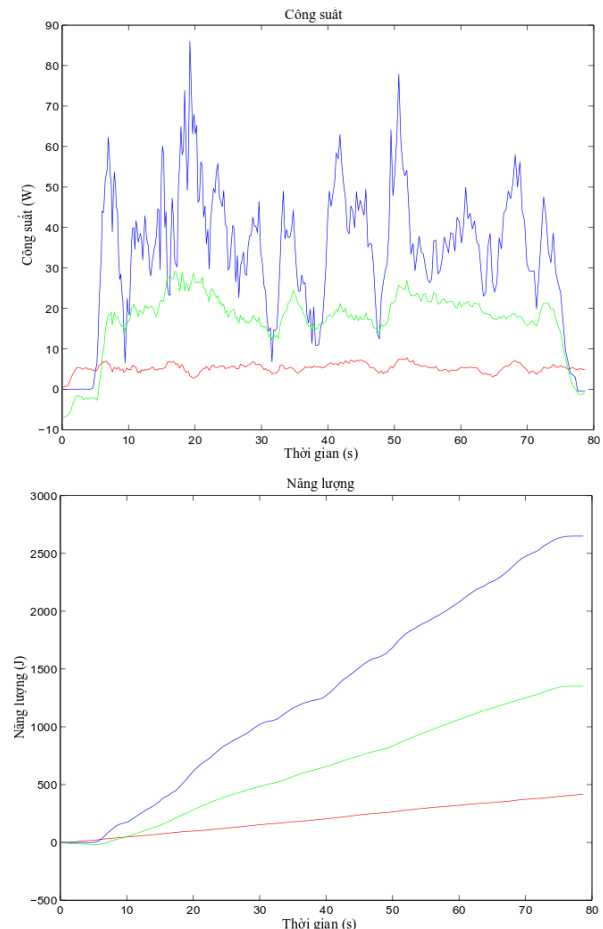
Hình 9. Kết quả thực nghiệm không tải (không có điện thoại kết nối với hệ thống).



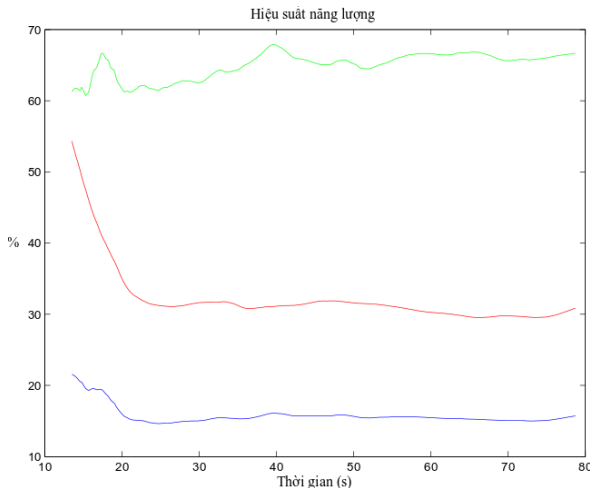
Hình 10. Kết quả thực nghiệm có tải (với điện thoại kết nối với hệ thống để sạc).

Ở thí nghiệm thứ 2, dòng ngõ vào đạt trung bình 2A. điện áp ngõ vào trung bình ở mức 16V. Ở thí nghiệm này, dòng ngõ ra đạt mức 0.5A, bao gồm dòng tiêu thụ bởi mạch biến tần khi đang hoạt động cộng với dòng điện nạp vào pin điện thoại đang sạc. Điện áp ngõ ra đo ở 2 đầu ắc quy vẫn được giữ ở mức 13V khi người sử dụng đạp xe (xem hình 10).

Hiệu suất hoạt động của hệ thống được đánh giá dựa trên số đo công suất và năng lượng ngõ vào- ngõ ra (hình 11&12). Năng lượng ngõ vào (đường màu xanh dương) được đo trực tiếp từ dữ liệu của cảm biến dòng và áp lắp ngay sau bộ chuyển đổi AC-DC. Năng lượng tiêu thụ bởi hệ thống điện điều khiển và năng lượng đi vào ắc quy (đường màu xanh lá cây) được đo bởi cảm biến đo dòng và áp được gắn ở phía sau mạch ổn áp. Năng lượng đầu ra (đường màu đỏ) được đo bởi cảm biến đo dòng và áp gắn ngay trước mạch biến tần.



Hình 11. Công suất và năng lượng tiêu thụ đo ở ngõ vào và ngõ ra của hệ thống



Hình 12. Hiệu suất năng lượng của hệ thống.

Ở hình 11, với thí nghiệm có tải (có điện thoại cắm vào hệ thống để sạc), ta thấy khi người sử dụng đạp xe công suất ngõ vào đo được từ động cơ AC trung bình vào khoảng 40W, công suất của dòng điện đi vào hệ thống và ắc quy đo ở khoảng 20W và công suất ngõ ra đạt khoảng 6W. Từ đó, hiệu suất năng lượng của hệ thống được tính và biểu diễn ở biểu đồ hình 12. Đường màu xanh dương là hiệu suất năng lượng ngõ ra (tải) / ngõ vào động cơ AC, đạt khoảng 13-15%. Đường màu đỏ là hiệu suất năng lượng ngõ ra (tải) / ngõ vào (năng lượng tiêu thụ bởi mạch điện điều khiển & năng lượng đi vào ắc quy), đạt khoảng 32%. Và cuối cùng, đường màu xanh lá cây thể hiện hiệu suất giữa mức năng lượng ngõ ra & năng lượng tiêu thụ bởi bộ điều & năng lượng chảy vào ắc quy / năng lượng ngõ vào động cơ AC, đạt khoảng 67%. Như vậy ở đây ta có tỉ lệ thất thoát năng lượng ở mức khoảng 33%.

5 KẾT LUẬN

Bài báo mô tả 1 thiết bị trạm sạc điện thoại bằng xe đạp sử dụng động cơ điện AC với công suất 200-250 W được gắn ở bánh xe (phía trước) để tạo điện năng khi người sử dụng đạp pê-đan. Năng lượng sinh ra sẽ được tích trữ trong 2 bình ắc quy trung gian. Điện áp DC của bình ắc quy sẽ được chuyển đổi sang điện xoay chiều tại ổ điện, cho phép người sử dụng cắm và sử dụng điện năng cho các thiết bị có công suất thấp. Nhóm sử dụng vi điều khiển để kiểm soát mức năng lượng đầu vào và đầu ra cũng như để hiển thị thông tin hệ thống lên màn hình tương tác với người dùng. Các thí nghiệm ban đầu trên hệ thống đều cho kết quả hợp lý. Hệ thống hoàn toàn có thể được sử dụng để sạc các thiết bị điện thoại di động, máy tính bảng có công suất thấp. Khi không có nhu cầu sử dụng thiết bị điện, người dùng vẫn có thể sử dụng hệ thống để rèn luyện sức khỏe, đồng thời nạp thêm năng lượng tích trữ vào ắc quy, cho phép hệ thống có thể hoạt động độc lập trong thời gian dài.

Thuật toán quản lý năng lượng đã được cài đặt và thử nghiệm thành công trên hệ thống. Cho đến nay, nhóm đã thử nghiệm cho hệ thống hoạt động liên tục trong vòng hơn 4 tháng mà không cần tiếp thêm năng lượng. Mặc dù lượng điện năng tạo ra nhỏ và không đủ để đáp ứng mức độ tiêu thụ điện năng gia dụng, tuy nhiên, qua khảo sát ban đầu, đa số người sử dụng đều cho rằng đây là một sản phẩm hữu ích, có lợi cho sức khỏe, có thể xem xét triển khai thương mại hóa sản phẩm ở giai đoạn tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Naruse, N. Matsubara, K. Mabuchi, M. Izumi and S. Suzuki, *Electrostatic micro power generation from low frequency vibration such as human motion*, Journal of Micromechanics and Microengineering, Volume 19, Num. 9, 2009.
- [2] T. Starner and J. A. Paradiso, *Human Generated Power for Mobile Electronics*, Piguet, C. (ed), Low Power Electronics Design, CRC Press, Fall 2004.
- [3] R. Riemer and A. Shapiro, *Biomechanical energy harvesting from human motion: theory, state of the art, design guidelines, and future directions*, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, Vol 8:22, 2011.
- [4] S. L. Chen, *Manual Mechanical Leg-Stepping Power Generating Apparatus*, US Patent No. 8,569,901 B2 (2013).

- [5] J. P. Gagne, *Pedal Operated Power Generating System*, US Patent No. 6,229,224 B1 (2001).
- [6] Vasilovich et al., *Method and apparatus for converting human power to electrical power*, US Patent No. US 7,253,534 B2 (2007).
- [7] S. C. Chen et al., *Bicycle Generator*, US Patent No. 5,874,792, 1999.
- [8] M. N. Haji, K. Lau and A. M. Agogino, Human Power Generation in Fitness Facilities, *Proceedings of ASME 2010 4th International Conference on Energy Sustainability*, 2010.
- [9] D. G. Wilson, *Understanding Pedal Power*, Technical Report, VITA, 1986.
- [10] Stefan Mocanu, Arian Ungureanu, Radu Varbanescu, *Bike Powered Electricity Generator*, *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, Vol 3., No. 1, February 2015.
- [11] D. G. Wilson, “Bicycling Science”, 3rd Edition, MIT Press, pp 44, 2004.
- [12] J. Ehnberg, *Autonomous Power Systems based on Renewables - On generation reliability and system control*, Phd Thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 2007.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Cái Việt Anh Dũng

Khoa Kỹ Thuật – Đại Học Quốc Tế Miền Đông

Email: dung.cai@eiu.edu.vn